



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 992 080 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
30.01.2002 Bulletin 2002/05

(21) Numéro de dépôt: **98933717.5**

(22) Date de dépôt: **25.06.1998**

(51) Int Cl.7: **H01Q 19/19, H01Q 25/00**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR98/01345

(87) Numéro de publication internationale:
WO 99/00870 (07.01.1999 Gazette 1999/01)

(54) **ANTENNE A FORTE CAPACITE DE BALAYAGE**

ANTENNE MIT HOHER STRAHLSCWENKKAPAZITÄT

ANTENNA WITH HIGH SCANNING CAPACITY

(84) Etats contractants désignés:
DE ES GB IT

(30) Priorité: **26.06.1997 FR 9708011**

(43) Date de publication de la demande:
12.04.2000 Bulletin 2000/15

(73) Titulaire: **ALCATEL**
75008 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **LENORMAND, Régis**
F-31700 Blagnac (FR)
• **CROQ, Frédéric**
F-31170 Tournefeuille Ile (FR)
• **MAGNIN, Frédéric**
F-31000 Toulouse (FR)
• **VOISIN, Philippe**
F-31170 Tournefeuille (FR)

(74) Mandataire: **Lamoureux, Bernard**
COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL Dépt.
Propriété industrielle 30, avenue Kléber
75116 Paris (FR)

(56) Documents cités:
US-A- 3 914 768 **US-A- 4 236 161**
US-A- 4 595 929 **US-A- 4 755 826**
US-A- 5 621 415

- **LENORMAND R ET AL: "LARGE ANGULAR ELECTRONIC BEAM STEERING ANTENNA FOR SPACE APPLICATION" PROCEEDINGS OF THE ANTENNAS AND PROPAGATION SOCIETY INTERNATIONAL SYMPOSIUM (APSYS), CHICAGO, JULY 20 - 24, 1992, vol. 1, 20 juillet 1992, pages 2-4, XP000342297 INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS**

EP 0 992 080 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention est relative à une antenne à forte capacité de balayage. Elle concerne plus particulièrement une antenne qui est destinée à un système de télécommunication, notamment par satellites.

[0002] Pour diverses applications, on a souvent besoin d'antennes destinées à recevoir des signaux d'une source mobile et/ou émettre des signaux vers un récepteur (ou cible) mobile. Pour réaliser de telles antennes d'émission et/ou de réception on utilise le plus souvent des antennes actives constituées d'éléments rayonnants immobiles mais dont on peut faire varier la direction du diagramme de rayonnement en faisant varier la phase des signaux alimentant les éléments rayonnants.

[0003] Cette technique ne permet pas d'obtenir des diagrammes de rayonnement satisfaisants pour les angles de dépointage importants, c'est-à-dire pour les directions s'écartant de façon notable de la direction moyenne d'émission et/ou de réception.

[0004] Le suivi d'une source ou d'un récepteur peut également être effectué à l'aide d'une antenne conventionnelle, un moteur commandant le déplacement de cette antenne. Ce type d'antenne à éléments mécaniquement mobiles et à moteur ne convient pas pour toutes les applications. En particulier, pour les applications spatiales il est préférable d'éviter, pour des raisons de fiabilité, d'encombrement et de poids, l'utilisation d'une telle antenne.

[0005] L'invention remédie à ces inconvénients. Elle permet la réalisation d'une antenne à forte capacité de balayage avec un diagramme de rayonnement satisfaisant pour les angles de dépointage importants et qui ne fait pas appel à des organes mobiles.

[0006] L'antenne conforme à l'invention comporte un ensemble d'éléments rayonnants statiques commandés pour réaliser un balayage et des moyens réflecteurs pour amplifier l'angle de balayage fourni par les éléments rayonnants. Les moyens réflecteur comportent deux réflecteurs présentant un foyer commun le premier réflecteur recevant le faisceau émis par l'ensemble d'éléments rayonnants et le deuxième réflecteur recevant le faisceau réfléchi par le premier réflecteur.

[0007] Selon l'invention la distance focale du premier réflecteur est supérieure à la distance focale du deuxième réflecteur de telle sorte que le faisceau sortant de l'antenne présente une inclinaison par rapport à une direction prédéterminée qui est supérieure à l'inclinaison Θ , par rapport à la direction donnée, du faisceau émis par les éléments rayonnants.

[0008] Ainsi l'angle du balayage effectué par les éléments rayonnants peut être réduit en proportion de l'amplification réalisée par les moyens réflecteurs. De cette manière, les éléments rayonnants ne sont pas utilisés pour des angles de dépointage trop importants. En outre les contraintes imposées à des éléments rayonnants devant effectuer un balayage selon un angle réduit, sont beaucoup moins sévères. En particulier, les dimensions

de l'ensemble sont moins limitées, ce qui permet un pas, c'est-à-dire une distance entre deux éléments rayonnants adjacents, d'une valeur suffisante pour éviter les lobes de réseaux sans compromettre la propagation du rayonnement.

[0009] Les moyens réflecteurs sont en fait analogues à ceux habituellement utilisés, par exemple dans les antennes Casse-grain, pour augmenter la taille du faisceau. Toutefois avec l'invention les moyens réflecteurs sont utilisés à l'inverse de l'usage habituel. En effet, dans une antenne Cassegrain, une augmentation de la taille du faisceau correspond à une diminution de l'angle de balayage.

[0010] Dans une réalisation, chaque réflecteurs comporte, par exemple, un paraboloïde. Le gain de l'amplification en balayage dépend du rapport entre les distances focales des deux réflecteurs.

[0011] Ce rapport est, par exemple, de quatre.

[0012] Les réflecteurs sont disposés de façon telle que le faisceau de sortie ne soit pas occulté, même partiellement, par le premier réflecteur, c'est-à-dire le réflecteur recevant directement le faisceau provenant des éléments rayonnants.

[0013] Une application préférée de l'invention concerne une antenne pour la communication avec une pluralité de sources ou récepteurs se trouvant dans une zone étendue, la communication devant rester confinée dans la zone malgré le changement de position de l'antenne par rapport à la zone.

[0014] Ce problème se pose en particulier dans un système de télécommunication à réseau de satellites à orbite basse. Un tel système a déjà été proposé pour la communication à haut débit entre stations ou mobiles terrestres se trouvant dans une zone géographique déterminée d'une étendue de plusieurs centaines de kilomètres. Les satellites ont une altitude qui se situe entre 1000 et 1500 km.

[0015] Dans ce système, chaque satellite comporte des groupes d'antennes de réception et d'émission, chaque groupe étant dédié à une zone donnée. Dans chaque groupe les antennes de réception reçoivent les signaux provenant d'une station dans la zone et les antennes réémettent les signaux reçus vers une autre station dans la même zone. Les antennes d'un groupe restent constamment orientées vers la zone, tant que celle-ci reste dans le champ de vision du satellite. Ainsi, pour un satellite, une région de la terre est divisée en n zones et quand il se déplace au-dessus d'une région, à chaque zone est affecté un groupe d'antennes d'émission et de réception qui restent constamment orientées vers cette zone.

[0016] De cette manière, pendant le déplacement - par exemple d'une durée d'une vingtaine de minutes - du satellite au-dessus d'une région, un seul groupe d'antennes d'émission et de réception étant affecté à la zone, on évite des commutations d'une antenne à une autre qui pourraient être dommageables à la rapidité ou la qualité de la communication.

[0017] Par ailleurs, la basse altitude des satellites minimise les temps de propagation, ce qui est favorable à des communications de type interactif, notamment pour des applications dites multimédias.

[0018] On comprend qu'avec ce système de télécommunication il est préférable qu'une antenne destinée à une zone ne puisse être perturbée par les signaux provenant d'une autre zone ou qu'elle ne perturbe pas d'autres zones. En outre le diagramme de rayonnement présente une forme variable en fonction de la position relative du satellite par rapport à la zone. Quand les zones sont, sur la terre, toutes circulaires, l'antenne voit la zone sous la forme d'un cercle quand le satellite est au nadir de cette zone ; par contre quand le satellite s'éloigne de cette position l'antenne voit la zone sous la forme d'une ellipse d'autant plus aplatie qu'il se rapproche de l'horizon.

[0019] On a constaté qu'une antenne conforme à l'invention dans laquelle les réflecteurs sont des paraboloïdes permet d'adapter la trace au sol du diagramme à la position relative de l'antenne par rapport à la zone, sans qu'on ait à modifier le diagramme de rayonnement fourni par les éléments rayonnants.

[0020] En outre, l'antenne présente un gain important quand le satellite se trouve proche de l'horizon par rapport à la zone. Or, dans ce cas, la distance du satellite à la zone est la plus importante ; ainsi l'augmentation du gain compense l'augmentation de distance, ce qui est favorable au maintien des communications.

[0021] Pour le suivi d'une zone, dans une réalisation, on prévoit deux antennes du type mentionné ci-dessus, chaque antenne étant utilisée pour un balayage encore plus réduit.

[0022] Une antenne selon l'invention peut être utilisée pour suivre plusieurs zones, les éléments rayonnants pouvant recevoir, ou émettre, des signaux de, ou vers, plusieurs zones.

[0023] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront avec la description de certains de ses modes de réalisation, celle-ci étant effectuée en se référant aux dessins ci-annexés sur lesquels :

la figure 1 est un schéma montrant un système de télécommunication entre stations ou mobiles terrestres faisant appel à un système de satellites,
la figure 2 est un schéma illustrant un système de télécommunication,
la figure 3 est un schéma en coupe d'une antenne conforme à l'invention,
la figure 4 est un schéma en coupe pour une variante,
la figure 5 est un schéma montrant la région que peut couvrir l'antenne représentée sur la figure 4,
la figure 6 est un schéma montrant deux antennes associées pour couvrir l'ensemble des zones représentées sur la figure 6, et
la figure 7 est un schéma en perspective d'une réalisation faisant appel à des antennes associées.

[0024] L'exemple d'antenne que l'on va décrire est destiné à un système de télécommunication faisant appel à une constellation de satellites à orbite basse, environ 1300 km au-dessus de la surface 10 de la terre.

[0025] Le système doit établir des communications entre des utilisateurs 12, 14, 16 (figure 1) et une, ou plusieurs, station(s) de connexion 20 à laquelle sont connectés des fournisseurs de services tels que des bases de données. Les communications sont également établies entre les utilisateurs par l'intermédiaire de la station de connexion 20.

[0026] Ces communications sont réalisées par l'intermédiaire d'un satellite 22.

[0027] Dans le système, à chaque instant, le satellite 22 voit une région 24 de la terre (figure 2) et cette région est divisée en zones $26_1, 26_2 \dots 26_n$.

[0028] Chaque zone 26_i a la forme d'un cercle d'un diamètre d'environ 700 km. Chaque région 24 est délimitée par un cône 70 (figure 1) centré sur le satellite et d'un angle au sommet déterminé par l'altitude du satellite. Une région est ainsi la partie de la terre visible depuis le satellite. Quand l'altitude du satellite est de 1300 km, l'angle au sommet est de 110° environ.

[0029] La communication entre zones est effectuée à l'aide de moyens terrestres, par exemple à l'aide de câbles disposés entre les stations de connexion des diverses zones faisant partie d'une même région ou de régions différentes.

[0030] Le nombre et la disposition des satellites sont tels qu'à chaque instant, une zone 26_i voit deux ou trois satellites. De cette manière, quand une zone 26_i sort du champ de vision du satellite affecté aux communications dans cette zone, il reste un satellite pour prendre le relais et la commutation d'un satellite à l'autre s'effectue de façon instantanée.

[0031] Toutefois une telle commutation n'intervient que toutes les vingt minutes environ. En pratique cette commutation se produit quand, pour la zone 26_i en question, l'élévation du satellite descend en dessous de 10° .

[0032] Les antennes selon l'invention sont, au cours du déplacement du satellite au-dessus d'une région 24, toujours pointées vers la même zone ou un même ensemble de zones. Elles doivent donc présenter une forte capacité de balayage ou dépointage.

[0033] A cet effet, l'antenne comprend (figure 3) un panneau 30 d'éléments rayonnants associé à un réseau formateur de faisceau (non montré) de commande de la phase des signaux appliqués aux éléments rayonnants. Un faisceau 32 émis par le panneau 30 est dirigé vers un premier réflecteur 34 ayant la forme d'un paraboloïde à découpe circulaire. Ce réflecteur est un élément d'une surface fictive 36 dont l'axe 38, sur lequel se trouve le foyer 40, est éloigné du réflecteur 34.

[0034] L'axe 38 est perpendiculaire au plan du panneau 30.

[0035] Le faisceau 42 réfléchi par le réflecteur 34 est dirigé vers un second réflecteur 44 disposé à l'opposé

de l'axe 38 par rapport au réflecteur 34 et au panneau 30. Ce réflecteur 44 est également un élément d'une surface fictive 46, qui dans le plan de la figure 3, est une parabole de même foyer 40 que la parabole 36 et de même axe 38. La surface 46 est également un paraboloïde.

[0036] La concavité du réflecteur 44 est tournée vers la concavité du réflecteur 34.

[0037] La distance focale du réflecteur 44 est par exemple quatre fois plus faible que la distance focale du réflecteur 34.

[0038] L'axe 38 ne forme pas d'intersection avec les réflecteurs 34 et 44. Le bord 44_1 du réflecteur 44 le plus proche de l'axe 38 est à une distance de l'axe sensiblement plus faible que la distance du bord 34_1 correspondant du réflecteur 34 à l'axe 38.

[0039] Dans l'exemple représenté sur la figure 3 le réseau 30 a une forme extérieure générale d'un cercle de diamètre 30 cm (ou 12λ) environ avec 37 éléments rayonnants séparés les uns des autres de 42 mm, soit $1,7 \lambda$, λ étant la longueur d'onde du rayonnement.

[0040] Chacun des réflecteurs est découpé selon un cercle. Le diamètre du cercle limitant le réflecteur 34 est, dans cet exemple, de l'ordre de 28λ , tandis que le diamètre du cercle limitant le réflecteur 44 est de l'ordre de 30λ . La distance séparant le bord 34_1 de l'axe 38 est de 24λ et la distance entre le bord 44_1 du réflecteur 44 et l'axe 38 est de 4λ .

[0041] Lorsque le réseau 30 émet un faisceau d'ondes 32_1 parallèle à l'axe 38, c'est-à-dire perpendiculaire à son plan, ce faisceau est réfléchi par le réflecteur 34 de façon telle qu'il soit focalisé au foyer 40. Dans ces conditions le réflecteur 44 renvoie ce faisceau 32_2 parallèlement à l'axe 38 comme représenté par le faisceau 32_3 .

[0042] Quand le réseau 30 émet un faisceau 32_5 incliné d'un angle Θ relativement faible par rapport à l'axe 38, le faisceau 32_6 réfléchi par le réflecteur 34 converge en un point 50 proche du foyer 40 et le faisceau 32_7 réfléchi par le réflecteur 44 est incliné d'un angle qui est d'environ n fois l'angle Θ , n étant le rapport de la distance focale f du réflecteur 34 à la distance focale f' du réflecteur 44. Dans l'exemple, ce rapport entre les distances focales étant de quatre, le faisceau 32_7 est donc incliné d'un angle 4Θ par rapport à l'axe 38.

[0043] Cette amplification dans le rapport des distances focales ne se vérifie cependant pas pour des faisceaux 32_{10} , émis par le réseau 30, qui présentent un angle d'inclinaison important par rapport à l'axe 38.

[0044] On voit ainsi sur la figure 3 que le faisceau 32_{10} est réfléchi en un faisceau 32_{11} par le réflecteur 34 et ce dernier converge en un point 52 éloigné du foyer 40. Le faisceau 32_{11} est réfléchi par le réflecteur 44 selon un faisceau 32_{12} .

[0045] Par exemple, pour un faisceau d'azimut $\varphi = 90^\circ$ et d'inclinaison Θ de $4,5^\circ$ par rapport à l'axe 38, c'est-à-dire par rapport à la normale au plan du réseau 30, le faisceau 32_7 , également d'azimut 90° , est incliné de 18°

par rapport à l'axe 38. Cette valeur correspond bien à 4Θ .

[0046] Par contre, pour une inclinaison, ou dépointage, de -14° (faisceau 32_{10}), également avec un azimut de 90° , on constate que le faisceau 32_{12} présente une inclinaison de 38° par rapport à l'axe 38, ce qui est sensiblement inférieur au quadruple de l'inclinaison du faisceau 32_{10} . L'azimut du faisceau 32_{12} est également de 90° .

[0047] Dans l'exemple, pour un azimut de 90° , le faisceau émis par le réseau 30 peut balayer un angle Θ compris entre $4,5^\circ$ et

-14° . Ces limites sont imposées, en premier lieu, par la géométrie car le faisceau réfléchi par le réflecteur 34 doit atteindre le réflecteur 44 et, en outre, le faisceau réfléchi par le réflecteur 44 ne doit pas être occulté par le réflecteur 34. En second lieu, les performances de rayonnement des faisceaux convergeant en avant (dans le sens du faisceau sortant) du foyer 40 limitent aussi le balayage car, pour ces faisceaux inclinés, on s'éloigne du fonctionnement nominal.

[0048] La figure 4 se rapporte à une variante de la figure 3 dans laquelle le réflecteur 44' présente une forme générale ovoïde, c'est-à-dire plus allongée dans une direction que dans la direction orthogonale, et le réflecteur 34' présente, comme le réflecteur 34, une découpe circulaire.

[0049] Le réflecteur 44' présente sa plus grande dimension dans le plan de symétrie qui est perpendiculaire à l'axe 38 commun aux deux paraboloïdes. Dans cet exemple cette plus grande dimension est de 48λ environ.

[0050] Pour le reste les caractéristiques sont les mêmes que dans le cas de la figure 3.

[0051] Avec la géométrie représentée sur la figure 4 on obtient, pour un azimut de 90° , les mêmes performances que l'antenne représentée sur la figure 3.

[0052] Pour un faisceau émis par le réseau 30 d'azimut 0° on constate, pour une inclinaison $\Theta = -5^\circ$ par rapport à l'axe 38, que le faisceau sortant est incliné de -20° avec un azimut de $2,3^\circ$. Pour un dépointage $\Theta = -15^\circ$ et également un azimut de 0° , le dépointage du faisceau sortant est de -45° avec un angle d'azimut de $31,5^\circ$.

[0053] Avec ce réflecteur pour un azimut de 90° on peut faire varier le dépointage du faisceau émis par le réseau 30 de $+4^\circ$ à -14° dans le plan contenant le centre du réseau 30 et l'axe 38 et de $+15^\circ$ à -15° dans le plan de symétrie.

[0054] Avec de tels dépointages l'antenne ne permet pas de couvrir l'intégralité de la région vue par le satellite mais la fraction 80 de cette région qui est hachurée sur la figure 5. Cette fraction 80 représente environ 60% de la région.

[0055] Pour pouvoir couvrir l'intégralité de la région, on fait appel à un couple d'antennes arrangé comme représenté sur la figure 6. Dans cet exemple, une antenne 90 émet de façon privilégiée vers l'Ouest, tandis

qu'une antenne 92 émet de façon privilégiée vers l'Est.

[0056] Les deux antennes 90 et 92 sont solidaires d'un support plan 94 dont la normale 96 est dirigée vers le centre de la terre. Autrement dit l'axe 96 est toujours pointé vers le point 100 sur la figure 5.

[0057] Les antennes 90 et 92 émettent vers des régions symétriques par rapport à l'axe 102 (Figure 5). Ainsi l'antenne 90 émet vers la région 80 tandis que l'antenne 92 émet vers la région symétrique de cette région 80 par rapport à l'axe 102. L'axe 38₁ de l'antenne 90 est, par rapport, à l'axe 96 incliné de façon telle qu'il soit dirigé vers une zone 26p (figure 5) correspondant sensiblement au centre de la région 80. Bien entendu l'axe 38₂ de l'antenne 92 est incliné de façon symétrique.

[0058] Il est à noter que le même réseau d'éléments rayonnants 30 peut être utilisé pour émettre plusieurs faisceaux. Autrement dit le même réseau 30 associé aux réflecteurs 34 et 44 ou 34' et 44', peut être utilisé pour émettre vers plusieurs zones ou recevoir des signaux de plusieurs zones.

[0059] Dans l'exemple représenté sur la figure 7 un même support 94 porte deux couples d'antennes 90₁, 92₁ et 90₂, 92₂. Chaque antenne, par exemple celle de référence 92₁, comprend deux panneaux d'éléments rayonnants, l'un 30₁ pour l'émission, et l'autre 30₂ pour la réception.

[0060] Quel que soit le mode de réalisation on constate que le gain est plus important en limite de région 24 qu'au nadir. En effet, les limites de région correspondent aux inclinaisons les plus importantes pour lesquelles l'aire concernée du réflecteur de sortie (ou ouverture rayonnante) est la plus importante et donc pour lesquelles la résolution est la plus importante. Cette propriété apparaît sur la figure 3 où l'on voit que sur le réflecteur 44 le faisceau 32₁₂ correspond à une aire plus importante que le faisceau 32₃. De cette manière, pour les zones les plus inclinées qui sont les plus éloignées, l'augmentation du gain compense l'augmentation de distance.

[0061] Par ailleurs on a aussi constaté que la forme de la trace au sol s'adapte à la zone visée.

Revendications

1. Antenne comprenant un ensemble (30 ; 30₁, 30₂) d'éléments rayonnants statiques commandé pour émettre un faisceau dans des directions variables par rapport à une direction centrale donnée, et des moyens réflecteurs (34, 44 ; 34', 44') comportant deux réflecteurs (34, 44 ; 34', 44') présentant un foyer commun (40), le premier réflecteur (34, 34') recevant le faisceau émis par l'ensemble d'éléments rayonnants et le deuxième réflecteur (44, 44') recevant le faisceau réfléchi par le premier réflecteur, **caractérisée en ce** la distance focale du premier réflecteur (34, 34') est supérieure à la distance focale du deuxième réflecteur (44, 44') de tel-

le sorte que le faisceau sortant de l'antenne présente une inclinaison par rapport à une direction prédéterminée (38) qui est supérieure à l'inclinaison Θ , par rapport à la direction donnée (38), du faisceau émis par les éléments rayonnants (30).

2. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** chacun des réflecteurs (34, 44 ; 34', 44') est un segment de paraboloïde.

3. Antenne selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** les deux réflecteurs présentent un axe commun (38).

4. Antenne selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** l'axe commun (38) est dans la direction centrale.

5. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce qu'**au moins un réflecteur est délimité par un bord ou découpe sensiblement circulaire.

6. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce qu'**au moins un réflecteur est délimité par un bord ou découpe de forme allongée.

7. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'ensemble (30) d'éléments rayonnants est commandé pour rayonner simultanément vers plusieurs zones distinctes (26₁, 26₂ ...).

8. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle est orientée de façon telle que pour les directions de pointage correspondant aux cibles (26) les plus éloignées, l'ouverture rayonnante est plus importante que pour des cibles plus proches.

9. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle comporte un ensemble d'éléments rayonnants (30₁) pour l'émission et un ensemble d'éléments rayonnants (30₂) pour la réception qui sont associés aux mêmes moyens réflecteurs.

10. Ensemble d'au moins deux antennes dont chacune est selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les éléments rayonnants et les moyens réflecteurs des deux antennes sont symétriques par rapport à un axe (96) constituant un axe de visée centrale de l'antenne.

11. Application d'une antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes à un système de télécommunication par satellites tournant autour de

la terre, l'antenne, montée à bord d'un satellite, étant commandée de façon telle qu'elle vise toujours la même zone (26_i) au cours du déplacement du satellite au-dessus d'une région (24) divisée en une pluralité de zones sensiblement de mêmes formes et de mêmes dimensions.

Patentansprüche

1. Antenne mit einer Anordnung (30; 30₁, 30₂) von statischen strahlenden Elementen, die zum Senden eines Strahls in in Bezug auf eine gegebene zentrale Richtung variablen Richtungen gesteuert ist, und mit Reflektormitteln (34, 44; 34', 44'), die zwei Reflektoren (34, 44; 34', 44') mit einem gemeinsamen Brennpunkt (40) umfassen, wobei der erste Reflektor (34, 34') den von der Anordnung von strahlenden Elementen gesendeten Strahl empfängt und der zweite Reflektor (44, 44') den vom ersten Reflektor reflektierten Strahl empfängt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennweite des ersten Reflektors (34, 34') größer als die Brennweite des zweiten Reflektors (44, 44') ist, so dass der von der Antenne ausgehende Strahl eine Neigung in Bezug auf eine vorgegebene Richtung (38) hat, die größer ist als die Neigung θ in Bezug auf die gegebene Richtung (38) des von den strahlenden Elementen (30) gesendeten Strahls.
2. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder der Reflektoren (34, 44; 34', 44') ein Paraboloid-Segment ist.
3. Antenne nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei Reflektoren eine gemeinsame Achse (38) aufweisen.
4. Antenne nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gemeinsame Achse (38) in der zentralen Richtung liegt.
5. Antenne nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Reflektor durch einen im wesentlichen kreisrunden Rand oder Zuschnitt begrenzt ist.
6. Antenne nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Reflektor durch einen Rand oder Zuschnitt von langgestreckter Form begrenzt ist.
7. Antenne nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung (30) von strahlenden Elementen gesteuert ist, um gleichzeitig in mehrere unterschiedliche Zonen (26₁, 26₂, ...) zu strahlen.

8. Antenne nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie so orientiert ist, dass für die den am weitesten entfernten Zielen (26) entsprechenden Ausrichtungen die Strahlungsapertur größer ist als für die näher liegenden Ziele.
9. Antenne nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Anordnung von strahlenden Elementen (30₁) zum Senden und eine Anordnung von strahlenden Elementen (30₂) für den Empfang umfasst, die den gleichen Reflektormitteln zugeordnet sind.
10. Anordnung von wenigstens zwei Antennen, von denen jede eine Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die strahlenden Elemente und die Reflektormittel der zwei Antennen in Bezug auf eine Achse (96) symmetrisch sind, die eine mittlere Blickachse der Antenne bilden.
11. Verwendung einer Antenne nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche in einem Fernmeldesystem mit um die Erde rotierenden Satelliten, wobei die an Bord eines Satelliten montierte Antenne so gesteuert wird, dass sie im Laufe der Bewegung des Satelliten über eine in eine Mehrzahl von Zonen von im wesentlichen gleichen Formen und gleichen Abmessungen unterteilte Region (24) immer auf die gleiche Zone (26_i) blickt.

Claims

1. An antenna comprising a set (30; 30₁, 30₂) of static radiating elements commanded to transmit a beam in variable directions relative to a given central direction and reflector means (34, 44; 34', 44') including two reflectors (34, 44; 34', 44') having a common focus (40), the first reflector (34, 34') receiving the beam transmitted by the set of radiating elements and the second reflector (44, 44') receiving the beam reflected by the first reflector, **characterized in that** the focal length of the first reflector (34, 34') is greater than the focal length of the second reflector (44, 44') so that the exit beam of the antenna has an inclination to a predetermined direction (38) which is greater than the inclination θ relative to the given direction (38) of the beam transmitted by the radiating elements (30).
2. An antenna according to claim 1, **characterized in that** each of the reflectors (34, 44; 34', 44') is a segment of a paraboloid.
3. An antenna according to claim 1 or claim 2, **characterized in that** the two reflectors have a common

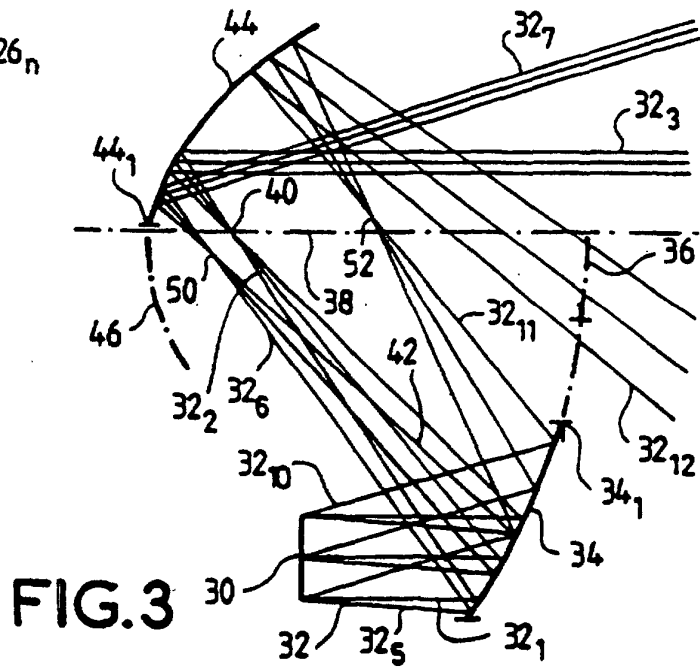
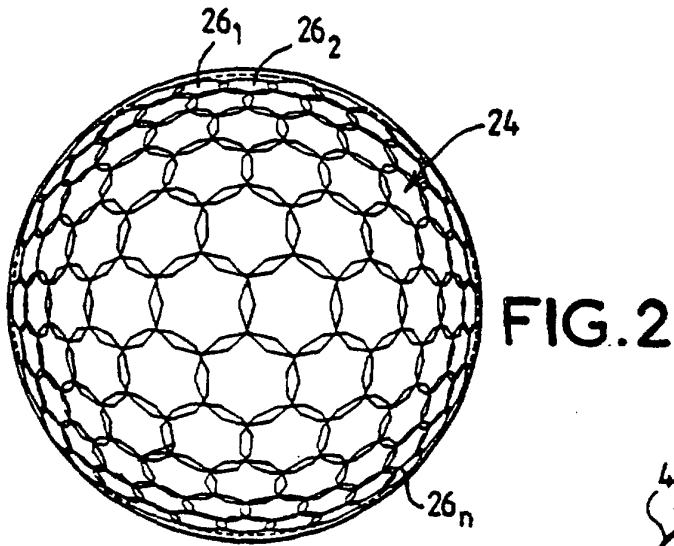
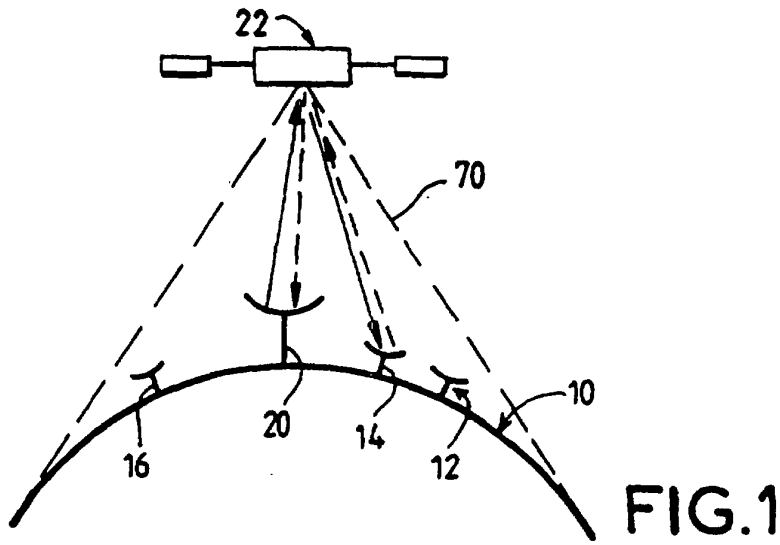
axis (38).

4. An antenna according to claim 3, **characterized in that** the common axis (38) is in the central direction. 5
5. An antenna according to any of claims 1 to 4, **characterized in that** at least one reflector is defined by a substantially circular edge or cut-off.
6. An antenna according to any of claims 1 to 5, **characterized in that** at least one reflector is defined by an elongate edge or cut-off. 10
7. An antenna according to any preceding claim, **characterized in that** the set (30) of radiating elements is commanded to radiate simultaneously towards a plurality of separate areas (26₁, 26₂, ...). 15
8. An antenna according to any preceding claim, **characterized in that** it is oriented so that the radiating aperture is larger for pointing directions corresponding to targets (26) at the greatest distances than for nearer targets. 20
9. An antenna according to any preceding claim, **characterized in that** it includes a set of transmit radiating elements (30₁) and a set of receive radiating elements (30₂) which are associated with the same reflector means. 25
10. A set of at least two antennas each of which is an antenna according to any preceding claim, **characterized in that** the radiating elements and the reflector means of both antennas are symmetrical about an axis (96) constituting a central aiming axis of the antenna. 30
11. The use of an antenna according to any preceding claim to a telecommunications system using non-geostationary satellites, the antenna, mounted on a satellite, being commanded so that it always views the same area (26_i) as the satellite moves over a region (24) divided into a plurality of areas of substantially the same shape and size. 35

45

50

55



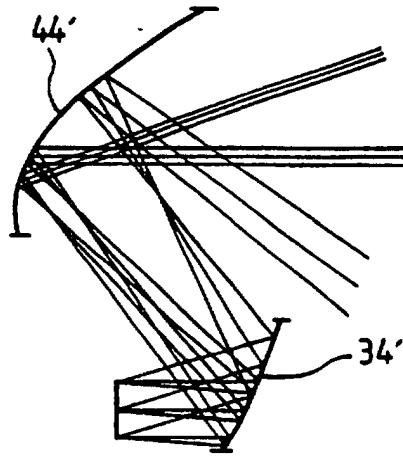


FIG. 4

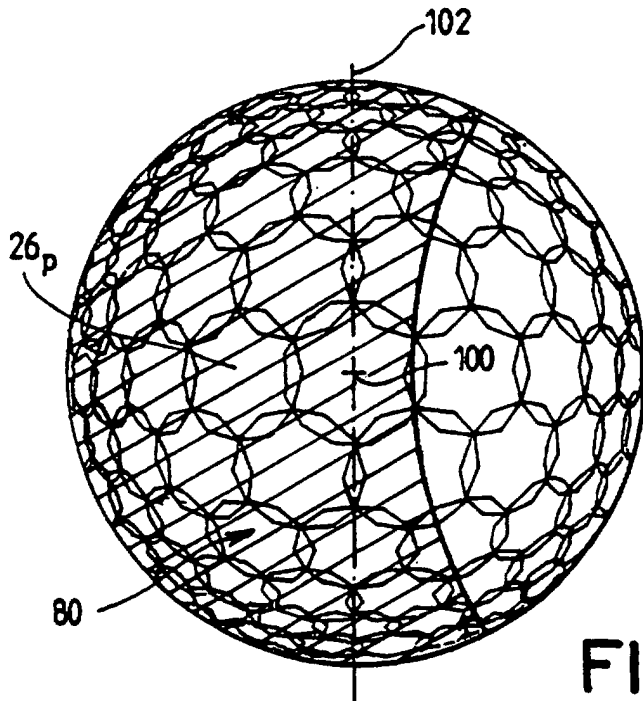


FIG. 5

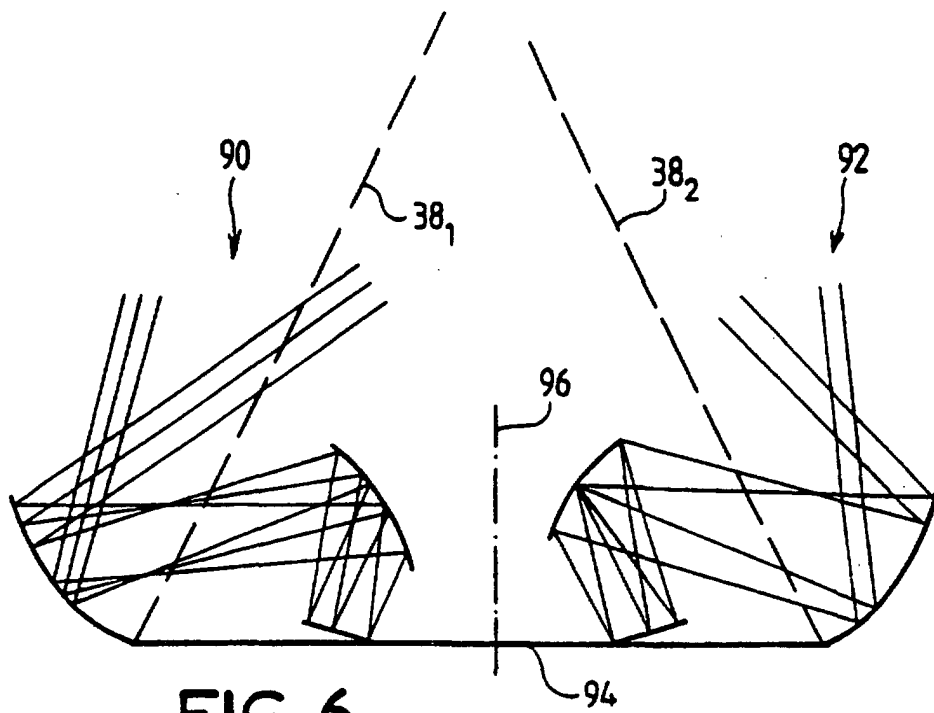


FIG. 6

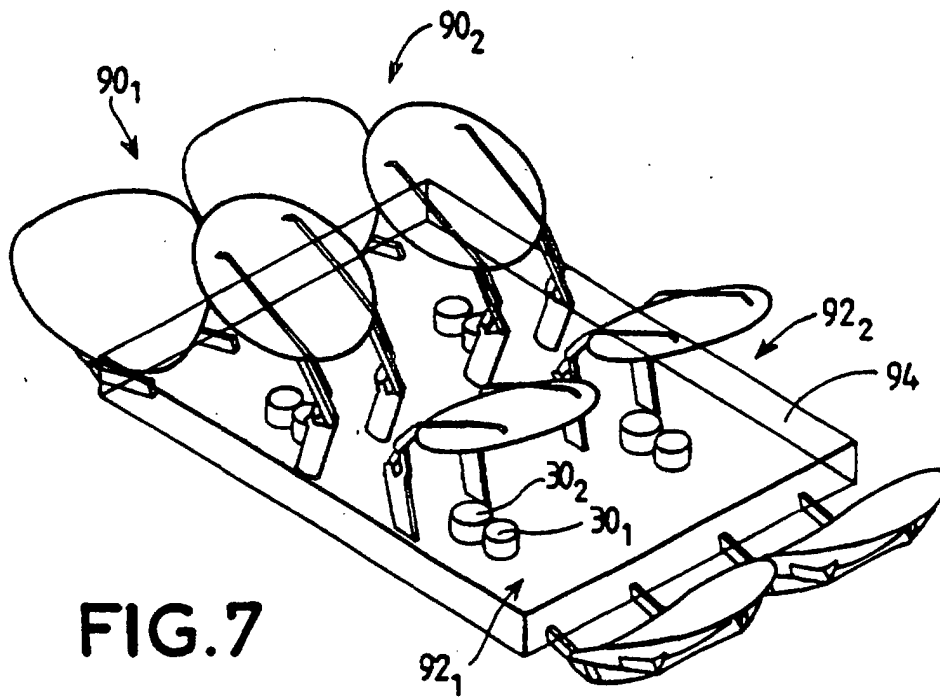


FIG. 7